



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 36 047 A 1

21 Aktenzeichen: 197 36 047.5  
22 Anmeldetag: 20. 8. 97  
43 Offenlegungstag: 25. 2. 99

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
D 21 F 1/08  
D 21 F 1/02  
D 21 F 1/06  
D 21 F 7/06  
G 05 D 11/02  
G 05 D 11/08  
G 05 D 5/00

DE 197 36 047 A 1

71 Anmelder:  
Voith Sulzer Papiermaschinen GmbH, 89522  
Heidenheim, DE

74 Vertreter:  
Binder, A., Dipl.-Phys. Dr.phil.nat., Pat.-Anw., 89335  
Ichenhausen

72 Erfinder:  
Loser, Hans, 89129 Langenau, DE; Lehleiter, Klaus,  
88512 Mengen, DE; Ruf, Wolfgang, 89522  
Heidenheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 40 05 281 C2  
DE 35 35 849 C1  
DE 27 08 390 B2  
DE 24 32 836 B2  
DE-AS 20 19 975  
DE 42 39 845 A1  
DE 42 39 270 A1  
DE 42 38 037 A1  
DE 40 19 593 A1  
DE 40 00 363 A1  
DE 29 26 072 A1

GRÄSER, A.: Zur Vorhersage der Regelgenauigkeit  
geschlossener Regelkreise am Beispiel der  
Flächengewichtsregelung. In: Wochenblatt für  
Papierfabrikation, 21, 1993, S.891-895;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung oder Regelung des Flächengewichts einer Papier- oder Kartonbahn

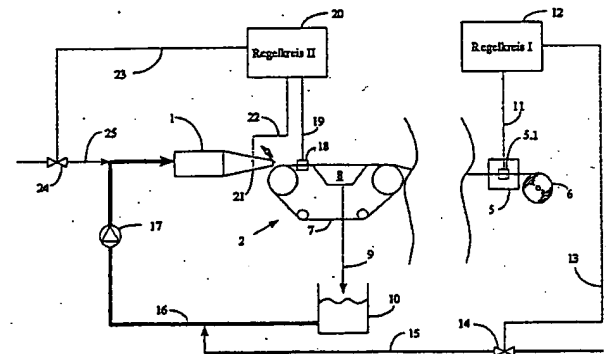
57 Die Erfindung betrifft eine Papiermaschine mit einer  
Regelung der mittleren Flächenmasse einer Papier- oder  
Kartonbahn im Herstellungsprozeß mit einem ersten Re-  
gelkreis (I) zur Einstellung einer Stoffsuspensionskonzen-  
tration einer dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspensi-  
on.

Die Papiermaschine ist dadurch gekennzeichnet, daß  
mindestens ein zweiter Regelkreis (II) zur Regelung der  
Konzentration der, dem Stoffauflauf zugeführten Stoff-  
suspension vorgesehen ist.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren mit folgen-  
den Verfahrensschritten:

- Bestimmung der Flächenmasse am Ende des Herstel-  
lungsprozesses,
- Berechnung der Abweichung des Istwertes von einem  
vorgegebenen Sollwert,
- Verstellung der Konzentration der, dem Stoffauflauf zu-  
geführten Stoffsuspension zur Korrektur der gemessenen  
Abweichung.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich  
die Flächenmasse der entstehenden Bahn direkt oder in-  
direkt im Bereich vor der Trockenpartie gemessen wird  
und einem zweiten Regelkreis zugeführt wird.



DE 197 36 047 A 1

Best Available Copy

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung oder Regelung des mittleren Flächengewichts einer Papier- oder Kartonbahn im Herstellungsprozeß einer Papier- oder Kartonmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein wesentlicher Qualitätsfaktor einer Papier- oder Kartonbahn liegt in der Gleichmäßigkeit des Flächengewichts der hergestellten Bahn. Im Herstellungsprozeß einer solchen Bahn treten zahlreiche Störfaktoren auf, die die Gleichmäßigkeit des Flächengewichts über die Maschinenbreite hinweg und auch in Längsrichtung gesehen, ungünstig beeinflussen können. Zu diesen Störfaktoren gehören beispielsweise Temperaturschwankungen, Druckschwankungen und Fertigungstoleranzen oder auch Fehler in der Ausführung oder Einstellung der Papiermaschine beim Herstellungsprozeß. Um diese negativen Störfaktoren möglichst erfolgreich auszuscheiden und zu einer gleichmäßigen Herstellung der Papierbahn zu gelangen, werden Vorrichtungen und Verfahren zur Steuerung und Regelung des Flächengewichts, insbesondere des Flächengewichts-Querprofils, eingesetzt.

In der Patentschrift DE 35 35 849 ist beschrieben, die Weite des Auslaufspaltes eines Stoffauflaufes an bestimmten Stellen der Bahnbreite so zu verändern, daß sich der Durchsatz der Stoffsuspension entsprechend örtlich verändert. Wenn sich der Durchsatz der Stoffsuspension mit über die Maschinenbreite gleicher Konzentration örtlich verändert, so bewirkt dieses eine Einflußnahme auf die Menge der Feststoffe an dieser Stelle der Bahn bezogen auf die Bahnbreite und damit eine Veränderung des Flächengewichts an dieser Stelle beziehungsweise diesen Bahnstreifen.

In der Patentanmeldung DE 40 19 593 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regelung des Flächengewichts-Querprofils der Bahn beschrieben. Gemäß dieser Schrift soll bei einem Abweichen des Flächengewichts-Querprofils der Papierbahn an einer bestimmten Stelle der Bahnbreite, die Konzentration des Stoffsuspensionsstromes an dieser Stelle geändert werden. Um dies zu erreichen wird vorgeschlagen, den Stoffauflauf zumindest teilweise über die Maschinenbreite zu sektionieren und mit Hilfe von geregelten Sektionsströmen mit individuell einstellbarer Konzentration zu beschicken. Die individuelle Einstellung der Konzentration des jeweiligen Sektionsstromes erfolgt durch eine Regelung der Zuströmverhältnisse zweier Einzelströme mit konstanter, jedoch unterschiedlicher Konzentration. Aufgrund des unterschiedlichen Gehaltes der Sektionsströme an Feststoffen ergibt sich eine Änderung des Flächengewichts an der entsprechenden Stelle der Bahnbreite.

In dem hier angewandten Regelverfahren wird das Flächengewichts-Querprofil der Papierbahn am Ende der Papiermaschine gemessen und mit einem Regelkreis die Blende am Stoffauflauf oder die Zuströmverhältnisse der Einzelströme unterschiedlicher Konzentration für die jeweiligen Sektionen geregelt.

Ein solches Regelverfahren mit der Messung des Flächengewichts-Querprofils ist beispielsweise auch aus der Patentanmeldung DE 40 05 281 oder aus der DE 42 38 037 bekannt. In den beiden vorgenannten Schriften wird das Flächengewichts-Querprofil der Papierbahn am Ende der Papiermaschine gemessen und über ein Prozeßleitsystem die notwendige Verstellung der Stellglieder zur sektionalen Beeinflussung des Flächengewichts bewirkt.

Aus der Offenlegungsschrift DE 20 19 975 ist es weiterhin bekannt, mit Hilfe von zwei Sensoren an einer laufenden Bahn aus einem gemessenen Schrägprofil und einem Längsprofil das tatsächliche Flächengewichts-Querprofil und das tatsächliche Flächengewichts-Längsprofil zu extrahieren

und zur Steuerung, beziehungsweise Regelung des Flächengewichts, einer Bahn zu nutzen.

Die oben geschilderten Regelungsvorgänge regeln im wesentlichen die Querprofile der Papierbahn. Es ist weiterhin auch bekannt, im Herstellungsprozeß einer Papierbahn einen Regelkreis zu verwenden, der das Flächengewicht der fertigen Papierbahn mißt und aufgrund des gemessenen Flächengewichts, dies ist meist der Mittelwert des gemessenen Querprofils, die Stoffmenge reguliert, die dem Siebkreislauf zugeführt wird und damit das mittlere Flächengewicht der erzeugten Papierbahn einstellt.

Das Problem dieses Standes der Technik liegt darin, daß die bekannte Regelung des Flächengewichts ein relativ träges Verhalten mit langen Reaktionszeiten aufweist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die bekannte Papiermaschine mit einer Regelung des Flächengewichts und das entsprechende Verfahren hierzu dahingehend weiterzuentwickeln, daß die Reaktionszeiten der Regelung stark verkürzt werden und damit auch Schwankungen im Papierherstellungsprozeß beeinflußt werden können, die in ihrem zeitlichen Verlauf eine kürzere Wellenlänge als die Laufzeit der Papierbahn durch die Papiermaschine haben.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des ersten Vorrichtungsanspruchs und des ersten Verfahrensanspruchs gelöst.

Demgemäß wird die bekannte Papiermaschine mit einer Regelung des mittleren Flächengewichts einer Papier- oder Kartonbahn im Herstellungsprozeß, die einen Stoffauflauf zur maschinenbreiten Verteilung der Stoffsuspension auf ein Sieb oder zwischen zwei Siebe, mindestens eine Stoffsuspensionszuführung zum Stoffauflauf mit mindestens einer Konzentration und einen ersten Regelkreis mit einem Stellglied zur Einstellung der mindestens einen Konzentration der mindestens einen zugeführten Stoffsuspension, mindestens ein Mittel zur Bestimmung der mittleren Flächenmasse der fertigen Bahn, mindestens ein Mittel zur Änderung mindestens einer Konzentration der mindestens einen, dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension und mindestens ein Mittel zur Verstellung des mindestens einen Stellgliedes zur Einstellung der mindestens einen Konzentration der mindestens einen zugeführten Stoffsuspension aufweist, dahingehend verbessert, daß mindestens ein zweiter Regelkreis zur Regelung der Konzentration, der dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension, hinzugefügt.

Eine erfindungsgemäße Weiterbildung dieser Papiermaschine besteht darin, daß der zweite Regelkreis über mindestens ein Mittel zur direkten oder indirekten Bestimmung der Flächenmasse der entstehenden Bahn aufweist.

Eine weitere Ausbildung besteht darin, daß das Mittel zur direkten oder indirekten Bestimmung der Flächenmasse der entstehenden Bahn im Naßbereich der Papiermaschine angeordnet ist. Es kann sich hierbei vorzugsweise um eine Messung direkt hinter der Stoffauflaufdüse, zum Beispiel mit Hilfe eines radiometrischen Sensors, handeln. Es besteht auch die Möglichkeit die Stoffsuspensionshöhe auf einem Langsieb zu messen, dies geschieht vorzugsweise hinter der ersten Walze und vor der ersten Entwässerungseinheit, um Einflüsse, die durch die Entwässerungseinheit entstehen, auszuschließen. Allerdings kann, wenn es auch Platzgründen oder sonstigen Gegebenheiten notwendig ist, auch nach der ersten Entwässerungseinheit gemessen werden. Auch bei einem Doppelsieb kann, beispielsweise mit Hilfe einer radiometrischen Messung, die Flächenmasse der entstehenden Bahn im Naßbereich bestimmt werden.

Gemäß einer weiteren Ausbildung kann der Stoffauflauf über zwei Stoffzuführungen mit unterschiedlichen Stoffkonzentrationen  $C_L$ ,  $C_H$  verfügen. Diese Stoffzuführungen sind derart ausgebildet, daß zumindestens eine der beiden Stoff-

zuführungen sich am Stoffauflauf in Sektionsströme aufspaltet, die individuell geregelt werden können. In diesem Zusammenhang wird bezüglich der möglichen Ausführungen der Stoffaufläufe auf die zuvor zitierten Schriften, die stoffdichtegeregelten Stoffaufläufe betreffend, Bezug genommen.

Gemäß einem anderen weiterführenden Erfindungsgedanken kann eine der beiden Stoffzuführungen über eine weitere, vom zweiten Regelkreis geregelte Einleitung eines Verdünnungs- oder Verdickungsfluides verfügen. Als Verdünnungsfluid bietet sich beispielsweise Siebwasser an. Als Verdickungsfluid besteht auch die Möglichkeit zusätzlichen Dickstoff in eine der beiden Stoffzuführungen geregelt einzuleiten. Andere Verdünnungs- oder Verdickungsfluide, wie Klarwasser, Klarfiltrat oder Stoffsuspension mit höherer Konzentration, können ebenso genutzt werden.

Eine weitere Ausführungsform des Erfindungsgedanken kann darin bestehen, daß, falls durch den zweiten Sensor im Naßbereich der Papiermaschine getrennt Faserstoffe oder Aschegehalt der sich bildenden Papierbahn gemessen wird oder eine Information hierüber über den Papierstoffkonsistenz-Sensor erhalten wird, gezielt der entsprechende individuelle Mangel an Faserstoffen oder Asche zugeführt und damit ausgeglichen werden. Es wird auch nicht den Rahmen der Erfindung verlassen, falls zur Messung der Faserstoffe und des Aschegehaltes der entstehenden Papierbahn zwei unterschiedliche Sensoren eingesetzt werden.

Das oben geschilderte Problem wird auch die Merkmale des ersten Verfahrensanspruches gelöst. Gemäß diesem Anspruch wird das bekannte Verfahren zur Regelung der mittleren Flächenmasse einer Papier- oder Kartonbahn, in dem zunächst die Flächenmasse der Bahn am Ende des Herstellungsprozesses bestimmt wird, danach die Abweichung des Istwertes von einem vorgegebenen Sollwert berechnet wird und hieraus die Verstellung der Konzentration, der dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension zur Korrektur der gemessenen Abweichung durchgeführt wird, dahingehend verbessert, daß die Flächenmasse der entstehenden Bahn direkt oder indirekt im Bereich vor der Trockenpartie gemessen wird und einem zweiten Regelkreis zugeführt wird.

Einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung entsprechend, regelt der zweite Regelkreis die Konzentration der dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension.

Dieses Verfahren kann dahingehend weitergebildet werden, daß die Konzentration der dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension über den zweiten Regelkreis dadurch geregelt wird, daß der Stoffsuspensionszuführung zum Stoffauflauf eine Verdünnungs- oder Verdickungsflüssigkeit variabler Menge zugeführt wird.

Eine andere Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß dem Stoffauflauf zwei Suspensionsströme unterschiedlicher Konzentration zugeführt werden und die Konzentrationsregelung des zweiten Regelkreises auf mindestens eine der Stoffzuführungen Einfluß nimmt. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß Stellglieder, wie Drosselventile oder drehzahlgeregelte Pumpen, entsprechend den gemessenen Erfordernissen geregelt werden.

Eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit des Erfindungsgedanken kann darin bestehen, daß der zweite Regelkreis bei einem stoffdichtegeregelten Stoffauflauf maschinenbreit in die bereits vorhandene Stoffdichteregelung eingreift. Das heißt, daß alle über die Maschinenbreite bestehenden Stellglieder, die eigentlich zur Regelung eines Querprofils vorgesehen sind, vom zweiten Regelkreis II mitbeeinflußt werden und eine gleichmäßige maschinenbreite Verstellung dieser Stellglieder bewirkt wird. Dies hat beispielsweise den Vorteil, daß keine zusätzlichen Stellglieder notwendig sind und auch eine einfache und problemlose Erweiterung einer vor-

handenen Papiermaschine mit einem stoffdichtegeregelten Stoffauflauf durch eine Hinzufügung des zweiten Regelkreises mit einem zweiten Sensor ermöglicht wird.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen zu Anspruch 1 und in den nachfolgenden Figurenbeschreibungen dargestellt.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

Fig. 1 Erfindungsgemäße Papiermaschine mit blendenverstellbarem Stoffauflauf,

Fig. 2 Papiermaschine mit sektional stoffdichtegeregeltem Stoffauflauf und zweitem Regelkreis II zur schnellen, maschinenbreiten Flächenmasse-Regelung,

Fig. 3 Papiermaschine mit stoffdichtegeregeltem Stoffauflauf mit zusätzlicher, verstellbarer Blende, Querprofilregelung III und zweitem Regelkreis II zur schnellen Längsprofilregelung,

Fig. 4 Papiermaschine mit sektional stoffdichtegeregeltem Stoffauflauf und zweitem Regelkreis II zur schnellen, maschinenbreiten Flächenmasse-Regelung mit Beeinflussung der Dickstoffzufuhr,

Fig. 5 Papiermaschine mit blendenverstellbarem Stoffauflauf und zweitem Regelkreis II mit Beeinflussung einer drehzahlgeregelten Pumpe in der Dickstoffzuführung zur Stoffsuspensionszuführung,

Fig. 6 Papiermaschine mit stoffdichtegeregeltem Stoffauflauf mit zusätzlicher, verstellbarer Blende, Querprofilregelung III und einem zweitem Regelkreis II zur schnellen Längsprofilregelung mit einer maschinenbreit gleichmäßigen Beeinflussung der Stoffkonzentration über die Stellglieder der Querprofilregelung.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ausgestaltung einer Papiermaschine mit einer Regelung der mittleren Flächenmasse der hergestellten Bahn. Die Papiermaschine ist schematisch und nur mit den für den erfindungsgemäßen Regelkreis wesentlichen Maschinenteilen dargestellt. Dies sind der Stoffauflauf 1 mit dem nachfolgenden Naßteil 2. Am Ende der Maschine befindet sich ein Maßrahmen 5 und eine Aufwickelvorrichtung 6 für die fertige Papierbahn. Der erste Regelkreis I für die Regelung des mittleren Flächengewichts der Papierbahn verarbeitet dieses Signale entsprechend dem vorgegebenen Sollwert. Über die Steuerleitung 13 wird ein Ventil 14 oder ein sonstiges Stellglied betätigt um die Dickstoffzufuhr 15 zur Stoffsuspensionszufuhr 16 zu regeln und damit die Konzentration der dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension in der gewünschten Weise zu beeinflussen. Die Stoffsuspensionszufuhr 16 liegt im geschlossenen Siebwasserkreislauf, entnimmt das Siebwasser aus dem Siebwasserbehälter 10 und führt das mit Dickstoff angereicherte Siebwasser als Stoffsuspension dem Stoffauflauf 1 zu. Dieser jetzt beschriebene Regelkreis I entspricht dem Stand der Technik. Mit diesem Regelkreis I kann lediglich das mittlere Flächengewicht des Papiers bezüglich langweiliger beziehungsweise niederfrequenter Schwankungen geregelt werden. Für die Regelung eines Flächengewichts-Querprofils werden in der Regel zusätzlich Informationen des gemessenen Querprofils an einen weiteren Regelkreis, zur Beeinflussung des Flächengewichts-Querprofils, weitergegeben. Dieser Regelmechanismus wird in dieser Figur nicht berücksichtigt und beschrieben.

Erfindungsgemäß weist die in der Fig. 1 dargestellt Vorrichtung einen zweiten Regelkreis 11 auf. Dieser Regelkreis

II erhält seine Meßwerte aus einem Sensor 18, über eine Meßleitung 19. Der Sensor 18 befindet sich im Naßteil 2 der Papiermaschine, die über ein umlaufendes Sieb 7 verfügt, auf das der Stoffauflauf 1 seine Stoffsuspension auflegt. Der Sensor 18 ist in diesem Beispiel am Anfang der Entwässerungsstrecke angeordnet, um einen möglichst kurzen und schnell reagierenden Regelkreis II zu erhalten. Der Regelkreis II nimmt die gemessenen Informationen vom Sensor 18, die zumindest in irgendeiner Weise mit der Flächenmasse korreliert sein müssen, auf und berechnet daraus die Schwankungen der Flächenmasse der entstehenden Papierbahn und die notwendigen Regeleingriffe. Im vorliegenden Beispiel der Fig. 1 stellt der Sensor 18 einen Schichtdickenmesser dar, der seine Information über die Schichtdicke an den Regelkreis II über die Meßleitung 19 weitergibt. Ausgehend von der Annahme, daß die Konsistenz der Stoffsuspension über die Maschinenbreite konstant verläuft, kann hierdurch eine Aussage über die Schwankungen der Flächenmasse an der gemessenen Stelle beziehungsweise über deren Schwankungen gemacht werden. Erhält der Regelkreis II eine Information, daß eine Schwankung der Schichtdicke und damit der Flächenmasse am Meßort eintritt, so kann er nun eine notwendige Änderung der Konzentration der Stoffsuspension, die dem Stoffauflauf zugeführt, berechnen und diese über die Steuerleitung 23, die zu einem Stellglied – hier einem Ventil 24 – führt, beeinflussen, indem er die Menge eines zusätzlichen Fluides, das über die Leitung 25 der Stoffsuspensionsleitung 16 zugeführt wird, die den Stoffauflauf 1 speist, verändert. Auf diese Weise wird dem Regelkreis I ein schneller Regelkreis 11 unterlagert. Es versteht sich, daß hiermit lediglich die kurzen Schwankungen, das heißt Schwankungen mit kleiner Wellenlänge ausgeglichen werden. Langwellige Schwankungen werden weiterhin durch den Regelkreis I kompensiert.

Eine zusätzliche Verbesserung der Meßgenauigkeit des Regelkreises II kann dadurch erreicht werden, daß im Stoffauflauf 1 ein weiterer Stoffkonsistenzsensor 21 vorgesehen wird, der die zusätzliche Information über die Stoffkonsistenz über die Meßleitung 22 an den Regelkreis II weitergibt. Mit Hilfe dieser zusätzlichen Information über die Stoffkonsistenz in Verbindung mit beispielsweise einer Schichthöhenmessung der entstehenden Papierbahn durch den zweiten Sensor 18, ist eine noch genauere Meßung der Flächenmasse am Meßort möglich.

Ein wesentlicher Vorteil dieses dargestellten Systems liegt darin, daß die Zumischung des Verdünnungs- oder Verdickungsfluides über die Leitung 25 sehr nahe am Stoffauflauf 1 angebracht werden kann. Es ergeben sich auf diese Weise sehr kurze Regelstrecken, die es ermöglichen, auch sehr kurzwellige Schwankungen im System zu kompensieren, während die Regelungen über den Regelkreis I träge verlaufen.

Eine weitere Verbesserung dieses Systems kann dadurch erfolgen, daß im Regelkreis II ein zusätzliches Filter vorgesehen wird, so daß durch diesen Regelkreis ausschließlich die kurzwelligen Schwankungen der mittleren Flächenmasse der Papierbahn ausgeregelt werden. Ebenso kann alternativ oder additiv im Regelkreis I ein zusätzliches Filter vorgesehen werden, das dafür sorgt, daß durch den Regelkreis I ausschließlich langwellige Schwankungen der mittleren Flächenmasse der Papierbahn ausgeregelt werden und somit eine klare Aufgabenteilung zwischen dem Regelkreis I und dem Regelkreis II stattfindet. Weiterhin kann auch ein Informationsaustausch zwischen dem Regelkreis II und dem Regelkreis I stattfinden, so daß gegenläufige Regelbefehle vermieden werden.

Eine andere erfindungsgemäße Ausführung einer Papiermaschine mit einer Regelung der mittleren Flächenmasse

der hergestellten Bahn ist in der Fig. 2 dargestellt. Die Fig. 2 zeigt im wesentlichen die gleiche schematische Darstellung der Papiermaschine wie die Fig. 1, mit dem Stoffauflauf 1, dem Naßteil 2 und der Bahnaufwicklung 6. Auch hier ist vor der Aufwicklung der Bahn ein Meßrahmen 5 mit einem Sensor 5.1 vorgesehen, der die Information der Flächenmasse der Papierbahn am Ende des Herstellungsprozesses an den Regelkreis I weitergibt und ein Stellglied 14 zur Beeinflussung der Menge des zugeführten Dickstoffes über die Leitung 15 zur Stoffsuspensionszuführung 16 zum Stoffauflauf steuert.

In diesem Ausführungsbeispiel wird jedoch der Stoffauflauf 1 nicht nur durch die Stoffsuspensionsleitung 16 beschickt, sondern es ist eine zusätzliche Siebwasserleitung 26 vorgesehen, die die Stoffsuspension der Leitung 16 im Bereich des Stoffauflaufes zusätzlich verdünnt. Nicht in der Figur dargestellt ist die Aufspaltung der Leitung 26 in eine Vielzahl von maschinenbreit verteilten Einzelleitungen im Bereich des Stoffauflaufes. Über die geregelte Zuführung von Siebwasser über die Vielzahl von Zuleitungen in den Sektionen des Stoffauflaufes 1 kann eine Regelung des Flächengewichts-Querprofils erreicht werden. Es ist selbstverständlich, daß für diese Flächengewichts-Querprofilregelung ebenfalls ein Regelkreis vorhanden ist, jedoch wird dieser Regelkreis, da er nicht die mittlere Flächenmasse der gesamten Bahn regelt, sondern lediglich das Profil regelt, in diesem Ausführungsbeispiel nicht in Betracht gezogen.

Erfindungsgemäß ist wiederum ein zweiter Regelkreis II vorgesehen, der seine Informationen über die anliegende Flächenmasse aus dem Naßteil 2 der Papiermaschine über den Sensor 18 und die Meßleitung 19 erhält. Unterstützt werden kann die Messung der Flächenmasse durch einen Stoffkonsistenzsensor 21, der im Stoffauflauf 1 angebracht ist und seine Informationen über die Meßleitung 22 zum Prozeßleitsystem weitergibt. Ebenfalls ist ein induktiver Durchflußmesser 28 vorgesehen, der über die Meßleitung 29 dem Regelkreis II die Information des Durchflusses durch die Stoffsuspensionsleitung 16 weitergibt. Auf diese Weise können Schwankungen in der zugeführten Stoffsuspensionsmenge, die über die Pumpe 17 und die Steuerleitung 31 vom Regelkreis II geregelt werden und die eventuell durch die Zugabe des Verdünnungs- oder Verdickungsmittels über die Leitung 25, die ebenfalls vom Regelkreis II über die Leitung 23 gesteuert wird, ausgeglichen werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit über die Steuerung der beiden Pumpen 17 und 27 die Verhältnisse der zum Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension über die Leitung 16 und die Leitung 26 zu beeinflussen und somit auch einen Eingriff in die Stoffdichte zu nehmen.

In der Fig. 3 ist eine Papiermaschine mit dem Stoffauflauf 1, der über die Maschinenbreite sektioniert und stoffdichtegeregt ist, dargestellt. Dem Stoffauflauf folgt direkt ein Sensor 18 zur Messung der vom Stoffauflauf ausgestoßenen Stoffsuspensionsmenge. In diesem Fall handelt es sich um einen radiometrischen Sensor zur Messung der Stoffmasse. Dem Sensor folgt der Naßteil 2, die Pressenpartie 3 und die Trockenpartie 4 der Papiermaschine. In Maschinenrichtung schließt sich der Trockenpartie 4 der Meßrahmen 5 an, der in diesem Beispiel mit zwei Sensoren 5.1 und 5.2 bestückt ist, und schließlich die Aufwickelvorrichtung 6. Die Sensoren 5.1 und 5.2, von denen zumindest der Sensor 5.2 über die Maschinenbreite traversiert, geben ihre Information an den Flächengewichts- und gegebenenfalls auch Faserorientierungs-Querprofil-Regelkreis weiter und errechnen das tatsächliche Quer- und Längsprofil der Papierbahn mit einer anschließenden Ansteuerung der sektionierten Teilströme zum Stoffauflauf. Aus diesem Meßkreis wird die Information über die mittlere Flächenmasse der Papierbahn gewon-

nen und über die Leitung 13 an den Regelkreis I weitergegeben. Wie schon oben beschrieben, regelt der Regelkreis I die Zugabe von Dickstoff über die Leitung 15 zum Stoffsuspensionshauptstrom zum Stoffauflauf und damit die mittlere Flächenmasse der hergestellten Papierbahn.

In erfindungsgemäßer Weise ist auch in diesem Beispiel der zweite Regelkreis II vorgesehen, der seine Informationen aus dem Sensor 18 über die Meßleitung 19 erhält und eine zusätzliche Zuführung eines Verdünnungsfluides zum Stoffsuspensionshauptstrom regelt. Auch hierbei wird es auf vorteilhafte Weise ermöglicht, die kurzweiligen Schwankungen der mittleren Flächenmasse der hergestellten Papierbahn, die mit dem bekannten Regelkreis I nicht beeinflussbar sind, auszuregulieren und für eine verbesserte Papierqualität zu sorgen.

Die Funktionsweise des Flächengewichts-Querprofil-Regelkreises 30, der im schraffiert umrandeten Teil III dargestellt ist, ist in der zuvor zitierten Patentschrift DE 20 19 975 detailliert beschrieben.

Die Fig. 4 und 5 zeigen Ausführungsformen einer Papiermaschine, die im wesentlichen den Ausführungen aus den Fig. 2 und 1 entsprechen. Zum Unterschied zu den Fig. 2 und 1 wird jedoch in den Ausführungsbeispielen der Fig. 4 und 5 die Regelung der Stoffkonzentration nicht durch eine Zuführung von Verdünnungs- oder Verdickungsfluid in die Zuführung zum Stoffauflauf vorgenommen, sondern der Regelkreis I wirkt auf ein Stellglied, das in die bekannterweise vorhandene Zudosierung des Dickstoffes in den Stoffsuspensionshauptstrom, der dem Stoffauflauf zugeführt wird, eingreift. Dies birgt zwar den Nachteil, daß die Regelstrecke etwas länger und damit die Regelung etwas träger wird, als in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 3. Jedoch ist hierdurch der technische Aufwand wesentlich geringer und damit ein wesentlicher Kostenvorteil zu erreichen. Eine derartige Ausführung läßt sich auch an bestehenden Papiermaschinen problemlos adaptieren.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsvariante ist in der Fig. 6 dargestellt. Diese entspricht im wesentlichen der zuvor beschriebenen Ausführung der Fig. 3. Jedoch ist hierbei der Regelkreis II so ausgeführt, daß seine Steuerinformationen über die Steuerleitung 23 auf den Querprofil-Regelkreis III einwirken. Es wird hierdurch eine maschinenbreite Verstellung der, für die Regelung des Flächengewichts-Querprofils vorhandenen Stellglieder bewirkt und damit eine maschinenbreite Anhebung oder Absenkung der Stoffkonzentration erreicht.

Mit dieser Ausführungsform ist ebenfalls ein sehr schneller Regelkreis zu verwirklichen, wobei es von Vorteil sein kann, daß keine zusätzlichen, zu denen bei einem stoffdichtegeregelten Stoffauflauf normalerweise vorhandenen, Stellglieder notwendig sind.

Mit Hilfe der in den Figur beschriebenen Ausführungsformen und den weiteren schriftlich beschriebenen Ausführungsformen ist es gegenüber dem Stand der Technik möglich, wesentlich bessere Ergebnisse bei der Regelung der mittleren Flächenmasse, bei der Herstellung einer Papier- oder Kartonbahn gegenüber dem Stand der Technik, zu erreichen. Insbesondere wird durch den beschriebenen Regelmechanismus es nun auch möglich, kurzweilige Schwankungen der mittleren Flächenmasse der Papierbahn zu vergleichmäßigen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Stoffauflauf
- 2 Naßteil
- 3 Pressenpartie
- 4 Trockenpartie

- 5 Meßrahmen
- 5.1, 5.2 Sensor
- 6 Aufwickelvorrichtung
- 7 Sieb
- 10 Siebwasserbehälter
- 13 Steuerleitung
- 14 Ventil/Stellglied
- 15 Dickstoffzufuhr
- 16 Stoffsuspensionszufuhr
- 17 Pumpe
- 18 Sensor
- 19 Meßleitung
- 21 Stoffkonsistenzsensor
- 22 Meßleitung
- 23 Steuerleitung
- 24 Ventil
- 25 Leitung
- 26 zusätzliche Siebwasserleitung
- 27 Pumpe
- 28 Durchflußmesser
- 29 Meßleitung
- 30 Flächengewichts-Querprofil-Regelkreis
- 31 Steuerleitung
- 32 Stoffauflaufblende mit Verstellvorrichtungen
- 33 Steuerleitung

#### Patentansprüche

1. Papiermaschine mit einer Regelung der mittleren Flächenmasse einer Papier- oder Kartonbahn im Herstellungsprozeß mit:

- 1.1 mindestens einem Stoffauflauf (1) zur maschinenbreiten Verteilung einer Stoffsuspension auf ein Sieb (7) oder zwischen zwei Siebe,
- 1.2 mindestens einer Stoffsuspensionszuführung (16, 26) zum Stoffauflauf mit mindestens einer Konzentration und

- 1.3 mindestens einem ersten Regelkreis (I) mit
  - 1.3.1 mindestens einem Stellglied (14) zur Einstellung der mindestens einen Konzentration der mindestens einen zugeführten Stoffsuspension
  - 1.3.2 mindestens einem Mittel (5.1, 5.2) zur Bestimmung der mittleren Flächenmasse der fertigen Bahn,

- 1.3.3 mindestens einem Mittel zur Änderung mindestens einer Konzentration der mindestens einen, dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension und

- 1.3.4 mindestens einem Mittel zur Verstellung des mindestens einen Stellgliedes zur Einstellung der mindestens einen Konzentration der mindestens einen zugeführten Stoffsuspension, dadurch gekennzeichnet, daß

- 1.4 mindestens ein zweiter Regelkreis (II) zur Regelung der Konzentration der, dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension vorgesehen ist.

2. Papiermaschine gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Regelkreis (II) über mindestens ein Mittel (18) zur direkten oder indirekten Bestimmung der Flächenmasse der entstehenden Bahn aufweist.

3. Papiermaschine gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (18) zur direkten oder indirekten Bestimmung der Flächenmasse der entstehenden Bahn im Naßbereich (2) der Papiermaschine angeordnet ist.

4. Papiermaschine gemäß einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Regelkreis

- mindestens ein Stellglied (26, 16) zur Regelung der zugeführten Dickstoffmenge zum Siebkreislauf aufweist.
5. Papiermaschine gemäß einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoffauflauf aus zwei Stoffzuführungen mit unterschiedlichen Stoffkonzentrationen  $C_L$ ,  $C_H$  gespeist wird. 5
6. Papiermaschine gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Stoffzuführungen über eine weitere, vom zweiten Regelkreis geregelte Einleitung (25) eines Verdünnungs- oder Verdickungsfluides verfügt. 10
7. Papiermaschine gemäß einem der Ansprüche 5-6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Stoffzuführungen (16, 26) zum Stoffauflauf sich vor dem Stoffauflauf in eine Vielzahl von Abzweigungen aufteilt und in jeder Abzweigung ein Mittel zur Beeinflussung der Durchflußmenge vorhanden ist. 15
8. Papiermaschine gemäß einem der Ansprüche 6-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einleitung des Verdünnungs- oder Verdickungsfluides in die Stoffsuspensionszuführung mit niedriger Konzentration  $C_L$  erfolgt. 20
9. Papiermaschine gemäß einem der Ansprüche 6-8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einleitung des Verdünnungs- oder Verdickungsfluides in die Stoffsuspensionszuführung mit hoher Konzentration  $C_H$  erfolgt. 25
10. Verfahren zur Regelung der mittleren Flächenmasse einer Papier- oder Kartonbahn im Herstellungsprozeß einer Papiermaschine mit folgenden Verfahrensschritten:
- 10.1 Bestimmung der Flächenmasse am Ende des Herstellungsprozesses, 30
- 10.2 Berechnung der Abweichung des Istwertes von einem vorgegebenen Sollwert,
- 10.3 Verstellung der Konzentration der, dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension zur Korrektur der gemessenen Abweichung, dadurch gekennzeichnet, daß 35
- 10.4 zusätzlich die Flächenmasse der entstehenden Bahn direkt oder indirekt im Bereich vor der Trockenpartie gemessen wird und einem zweiten Regelkreis zugeführt wird. 40
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Regelkreis die Konzentration der, dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension regelt. 45
12. Verfahren gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration der, dem Stoffauflauf zugeführten Stoffsuspension über den zweiten Regelkreis dadurch geregelt wird, daß der Stoffsuspensionszuführung zum Stoffauflauf ein Verdünnungs- oder Verdickungsfluid variabler Menge zugeführt wird. 50
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10-12, dadurch gekennzeichnet, daß dem Stoffauflauf zwei Suspensionen unterschiedlicher Konzentration zugeführt werden und die Konzentrationsregelung des zweiten Regelkreises (II) auf die Konzentration der Suspension in mindestens einer der Stoffzuführungen (16, 26) Einfluß nimmt. 55
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10-13, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Regelkreis (II) ein Filter zur Unterdrückung niederfrequenter Schankungen vorgeschaltet ist. 60
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10-14, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten Regelkreis (I) ein Filter zur Unterdrückung hochfrequenter Schankungen vorgeschaltet ist. 65
16. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10-15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und

dem zweiten Regelkreis ein Informationsaustausch stattfindet, der ein gegenläufiges Steuern der jeweiligen Stellglieder verhindert.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

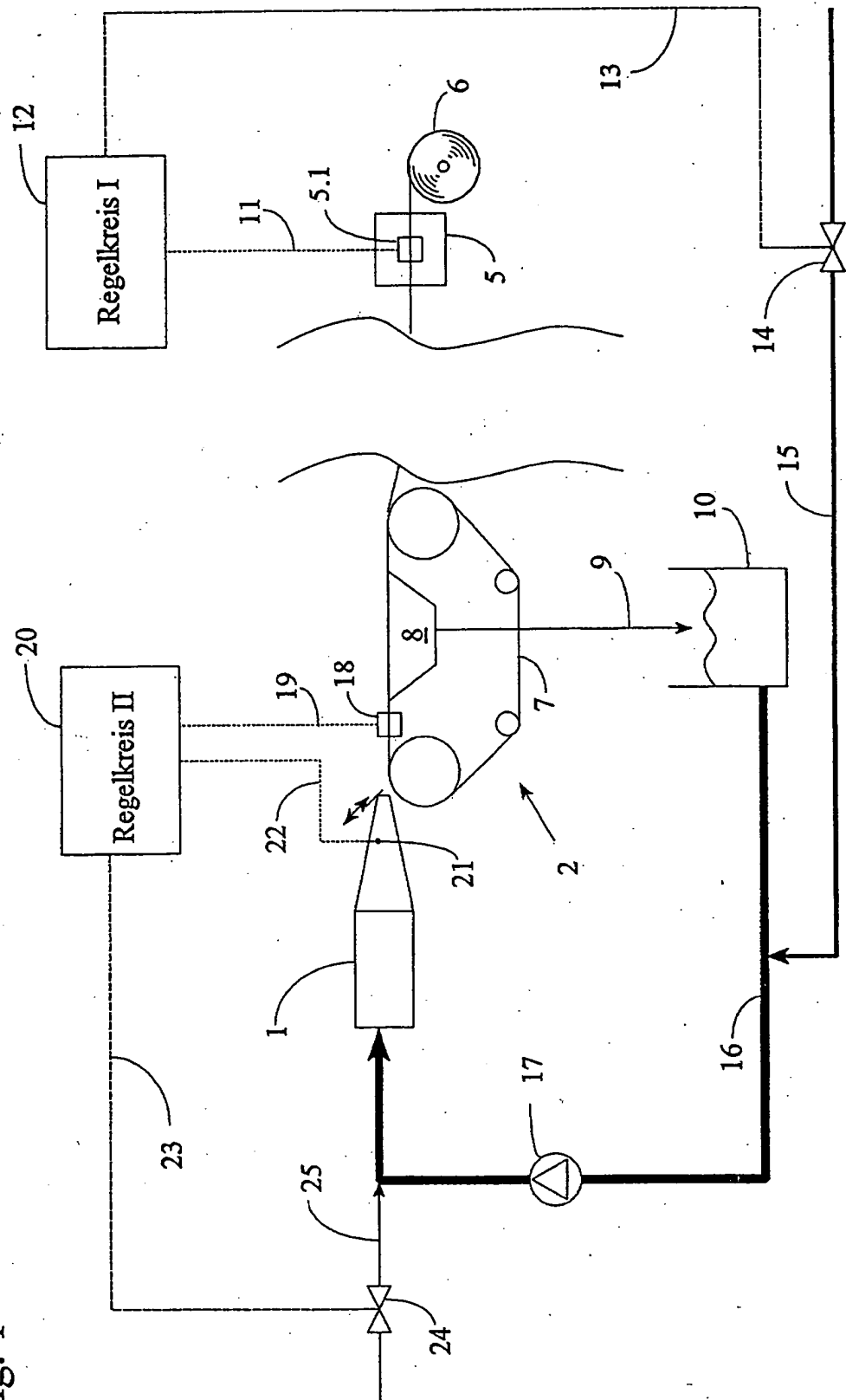
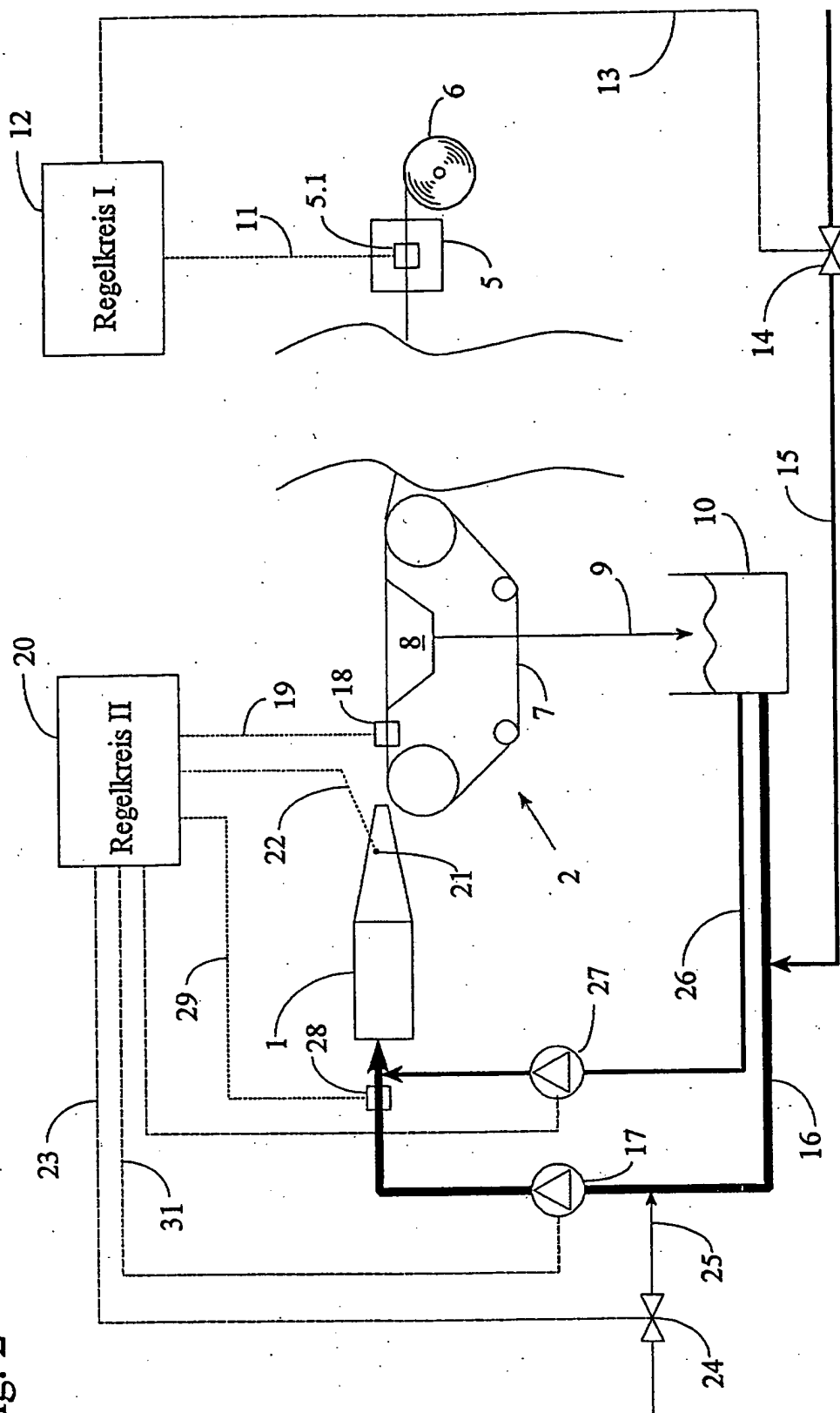


Fig. 2





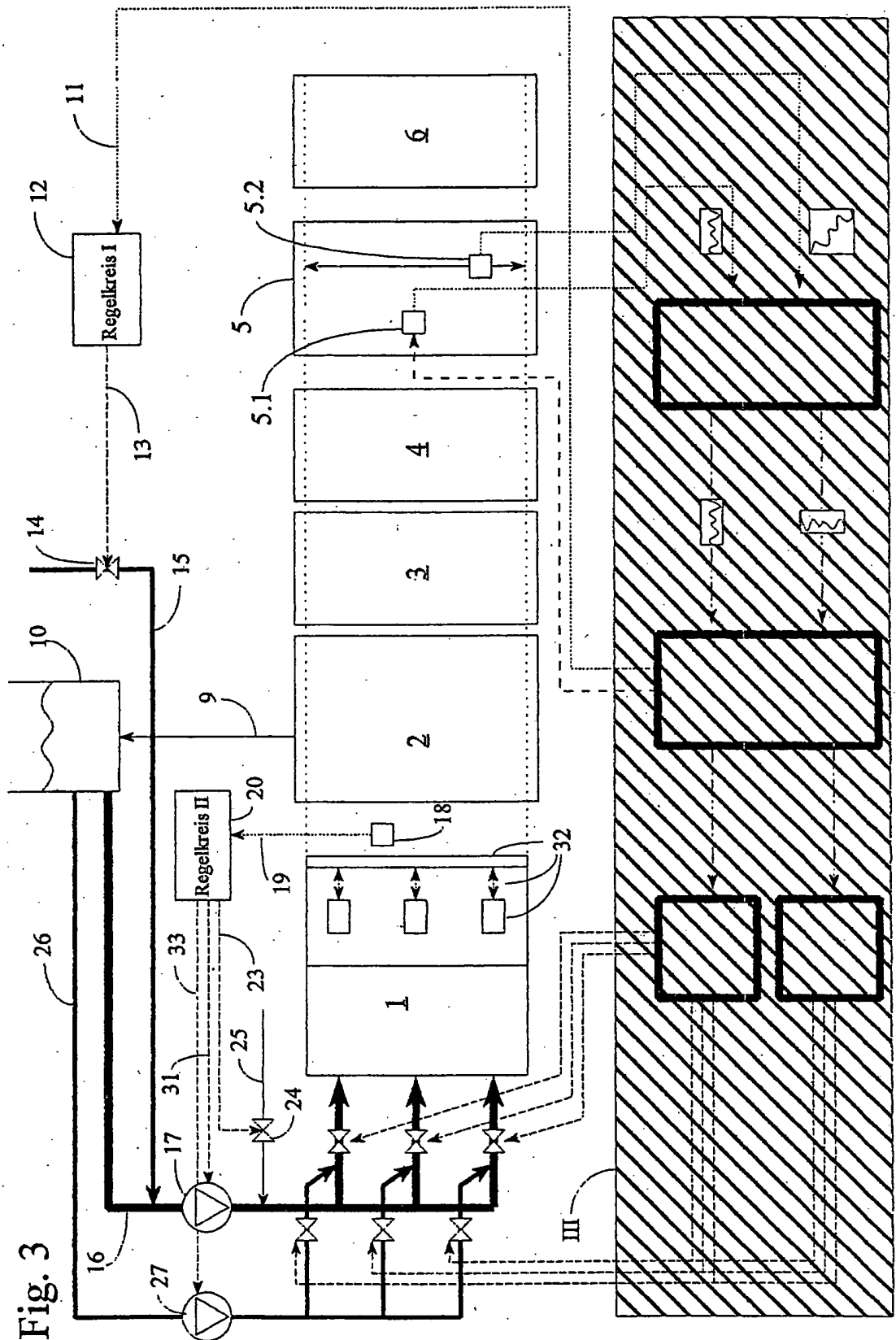


Fig. 3

Fig. 4

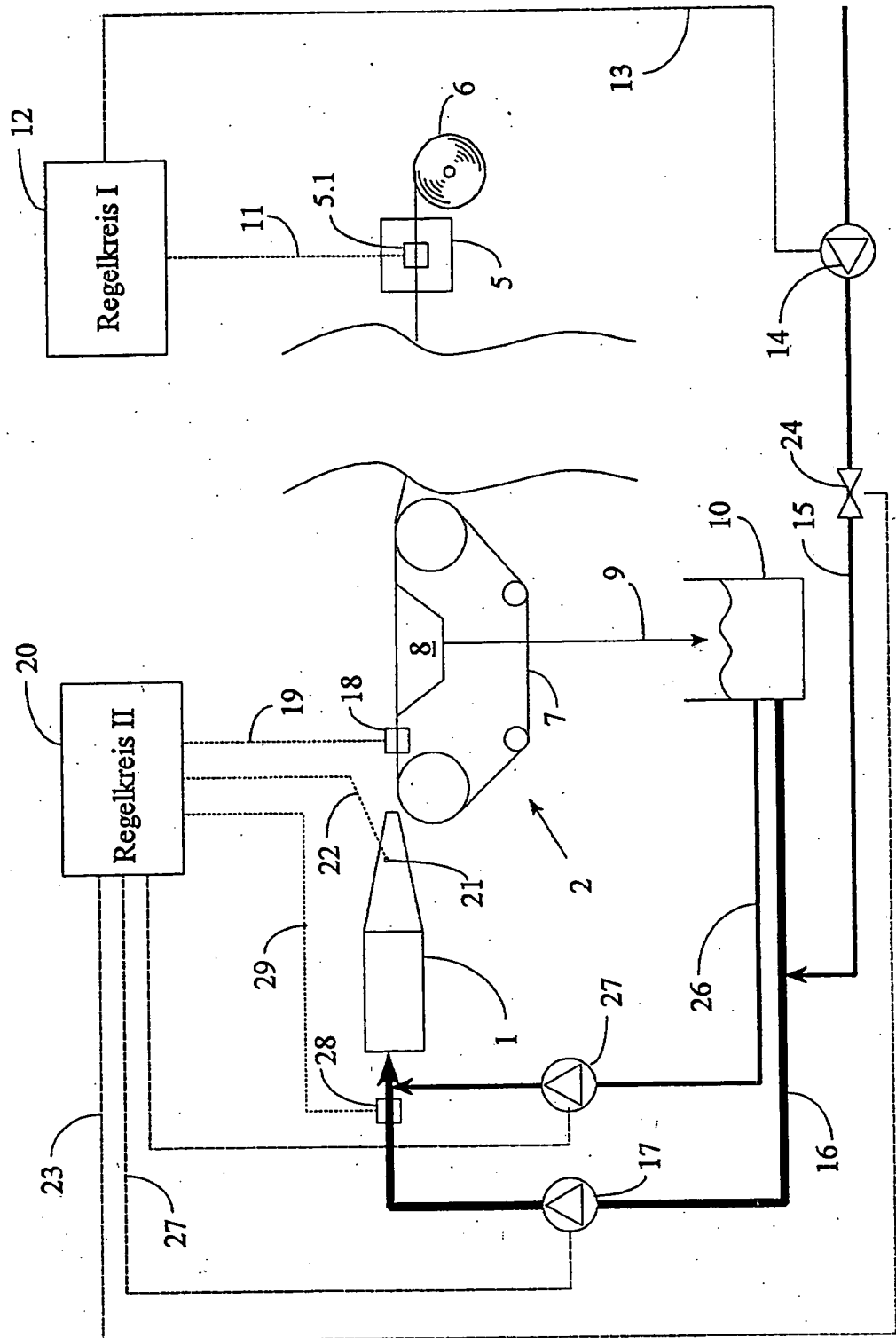
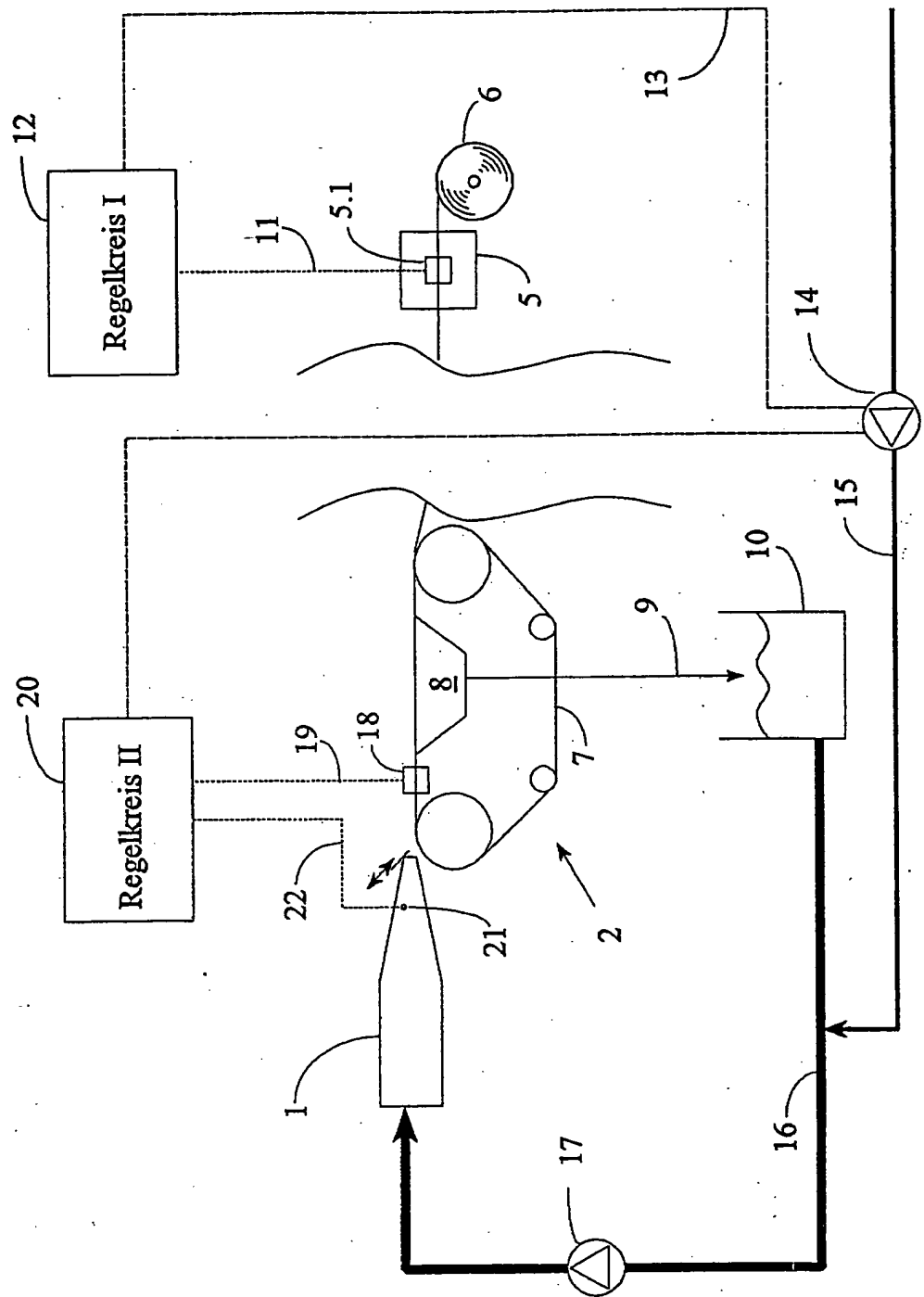
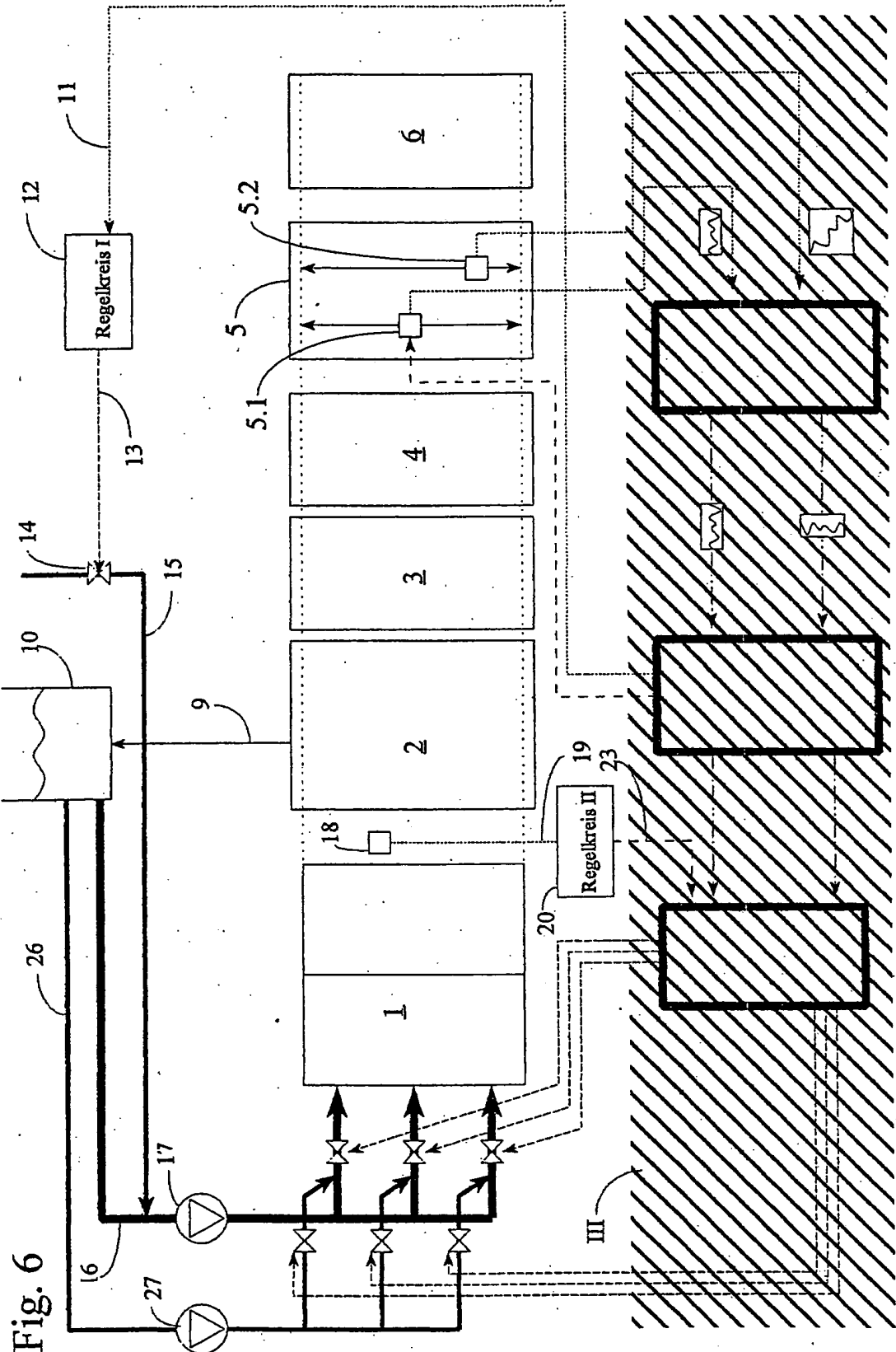


Fig. 5





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**